



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107802290 A

(43)申请公布日 2018.03.16

(21)申请号 201711155019.3

(22)申请日 2017.11.20

(71)申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 朱本鹏 申明柯 杨晓非 张桃

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心
42201

代理人 廖盈春 李智

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

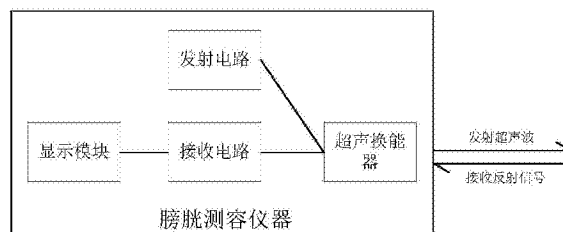
权利要求书3页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种膀胱测容方法及仪器

(57)摘要

本发明公开一种膀胱测容方法及仪器,包括:S1,向膀胱的多个方向发射超声波信号;S2,接收每个方向上的超声波信号经过该方向两侧膀胱壁反射的两次反射信号;S3,根据每个方向上的两次反射信号的时间差确定该方向上膀胱的深度;S4,根据多个方向上膀胱的深度确定膀胱的容积。本发明测量超声波在膀胱中传播的时间,不需要超声成像,简化了测量装置,提高了装置的运行效率。在临床应用中,得到结果更迅速,提高了测量膀胱容积的效率。



1. 一种膀胱测容方法,其特征在于,包括:

S1,向膀胱的多个方向发射超声波信号;

S2,接收每个方向上的超声波信号经过该方向两侧膀胱壁反射的两次反射信号;

S3,根据每个方向上的两次反射信号的时间差确定该方向上膀胱的深度;

S4,根据多个方向上膀胱的深度确定膀胱的容积。

2. 根据权利要求1所述的膀胱测容方法,其特征在于,所述步骤S3包括:

第*i*个方向上两次反射信号从被发射到接收所经历的时间分别为 Δt_{1i} 和 Δt_{2i} ,该方向上两次反射信号的时间差 Δt_i 为: $\Delta t_i = |\Delta t_{1i} - \Delta t_{2i}|$;

超声波在膀胱液体中的传播速度为*S*,则该方向上膀胱的深度 h_i 为: $h_i = S \times \frac{1}{2} \Delta t_i$, $i \geq 1$ 。

3. 根据权利要求2所述的膀胱测容方法,其特征在于,所述步骤S4包括:

将所述膀胱看作球体,设当从膀胱壁上点*P*向膀胱的三个方向发射超声波信号时,三个方向中各方向与膀胱壁的另一个交点分别为*A*、*B*以及*C*;

根据步骤S3确定三个方向上膀胱的深度分别为 h_1 、 h_2 及 h_3 ,即 $PA = h_1$ 、 $PB = h_2$ 及 $PC = h_3$,这三个方向*PA*、*PB*及*PC*相互之间的夹角分别为 α 、 β 及 γ ,

根据*PA*、*PB*、*PC*、 α 、 β 及 γ 确定膀胱球体的半径*R*,则膀胱容积 $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ 。

4. 根据权利要求3所述的膀胱测容方法,其特征在于,根据*PA*、*PB*、*PC*、 α 、 β 及 γ 确定膀胱球体的半径*R*,包括:

确定*AB*、*BC*以及*AC*的长度:设 $AB = l$, $BC = m$, $AC = n$,根据余弦定理,可得 $l^2 = h_1^2 + h_2^2 - 2h_1h_2 \cos \alpha$, $m^2 = h_2^2 + h_3^2 - 2h_2h_3 \cos \beta$, $n^2 = h_3^2 + h_1^2 - 2h_3h_1 \cos \gamma$;

在底面三角形*ABC*中,两条垂直平分线的交点就是外接圆圆心 O_1 ,过 O_1 作 $O_1D \perp AB$,且交*AB*于*D*,膀胱相当于四面体*PABC*的外接球,那么外接球的球心*O*到四个点*P*、*A*、*B*及*C*的距离相等,过点 O_1 作一条直线*a*,那么点*O*在直线*a*上,并且 $OA = OB = OC$;

为四面体*PABC*建立空间坐标系,设*A*坐标为 $(0, 0, 0)$, *B*坐标为 $(l, 0, 0)$,设 $\angle BAC = \theta$,则*C*点坐标为 $(n \cos \theta, n \sin \theta, 0)$,设*P*点坐标为 (x_p, y_p, z_p) ,根据方程:

$$\begin{cases} x_p^2 + y_p^2 + z_p^2 = h_1^2 \\ (x_p - l)^2 + y_p^2 + z_p^2 = h_2^2 \\ (x_p - n \cos \theta)^2 + (y_p - n \sin \theta)^2 + z_p^2 = h_3^2 \end{cases}$$

解得*P*点坐标 (x_p, y_p, z_p) ;

设三角形*ABC*外接圆半径为*r*, $r = \frac{m}{2 \sin \theta}$,外接圆圆心 O_1 坐标为 $(\frac{l}{2}, \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}, 0)$,设球心*O*坐标为 $(\frac{l}{2}, \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}, q)$;

根据 $OP = OA = OB = OC = R$,由 $OP^2 = R^2$ 可得: $q = \frac{1}{2z_p} (h_1^2 - lx_p - y_p \sqrt{4r^2 - l^2})$,根据 $R^2 = r^2 + q^2$ 得到膀胱球体半径*R*。

5. 一种膀胱测容仪器,其特征在于,包括:超声换能器、发射电路以及接收电路;

所述发射电路用于向超声换能器发射激励信号;

所述超声换能器用于在所述激励信号的作用下振动产生超声波,并将所述超声波向膀胱的多个方向发射,以及接收每个方向上的超声波信号经过该方向两侧膀胱壁反射的两次反射信号,将反射信号转化为电信号,并将反射信号对应的电信号发送给接收电路;

所述接收电路用于根据每个方向上的两次反射信号的时间差确定该方向上膀胱的深度,并根据多个方向上膀胱的深度确定膀胱的容积。

6. 根据权利要求5所述的膀胱测容仪器,其特征在于,所述接收电路通过以下步骤确定各个方向膀胱的深度:第*i*个方向上两次反射信号从被发射到接收所经历的时间分别为 Δt_{1i} 和 Δt_{2i} ,该方向上两次反射信号的时间差 Δt_i 为: $\Delta t_i = |\Delta t_{1i} - \Delta t_{2i}|$;超声波在膀胱液体中的传播速度为*S*,则该方向上膀胱的深度 h_i 为: $h_i = S \times \frac{1}{2} \Delta t_i, i \geq 1$ 。

7. 根据权利要求6所述的膀胱测容仪器,其特征在于,所述接收电路通过以下步骤确定膀胱的容积:将所述膀胱看作球体,设当从膀胱壁上点*P*向膀胱的三个方向发射超声波信号时,三个方向中各方向与膀胱壁的另一个交点分别为*A*、*B*以及*C*;确定三个方向上膀胱的深度分别为 h_1 、 h_2 及 h_3 ,即 $PA = h_1$ 、 $PB = h_2$ 及 $PC = h_3$,这三个方向*PA*、*PB*及*PC*相互之间的夹角分别为 α 、 β 及 γ ,根据*PA*、*PB*、*PC*、 α 、 β 及 γ 确定膀胱球体的半径*R*,则膀胱容积 $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ 。

8. 根据权利要求7所述的膀胱测容仪器,其特征在于,所述接收电路根据*PA*、*PB*、*PC*、 α 、 β 及 γ 确定膀胱球体的半径*R*,包括:

确定*AB*、*BC*以及*AC*的长度:设 $AB = l$, $BC = m$, $AC = n$,根据余弦定理,可得 $l^2 = h_1^2 + h_2^2 - 2h_1h_2 \cos \alpha$, $m^2 = h_2^2 + h_3^2 - 2h_2h_3 \cos \beta$, $n^2 = h_3^2 + h_1^2 - 2h_3h_1 \cos \gamma$;在底面三角形*ABC*中,两条垂直平分线的交点就是外接圆圆心 O_1 ,过 O_1 作 $O_1D \perp AB$,且交*AB*于*D*,膀胱相当于四面体*PABC*的外接球,那么外接球的球心*O*到四个点*P*、*A*、*B*及*C*的距离相等,过点 O_1 作一条直线*a*,那点*O*在直线*a*上,并且 $OA = OB = OC$;

为四面体*PABC*建立空间坐标系,设*A*坐标为 $(0, 0, 0)$, *B*坐标为 $(1, 0, 0)$, 设 $\angle BAC = \theta$, 则*C*点坐标为 $(n \cos \theta, n \sin \theta, 0)$, 设*P*点坐标为 (x_p, y_p, z_p) , 根据方程:

$$\begin{cases} x_p^2 + y_p^2 + z_p^2 = h_1^2 \\ (x_p - l)^2 + y_p^2 + z_p^2 = h_2^2 \\ (x_p - n \cos \theta)^2 + (y_p - n \sin \theta)^2 + z_p^2 = h_3^2 \end{cases}$$

解得*P*点坐标 (x_p, y_p, z_p) ;

设三角形*ABC*外接圆半径为*r*, $r = \frac{m}{2 \sin \theta}$, 外接圆圆心 O_1 坐标为 $(\frac{l}{2}, \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}, 0)$, 设球

心*O*坐标为 $(\frac{l}{2}, \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}, q)$;

根据 $OP = OA = OB = OC = R$, 由 $OP^2 = R^2$ 可得:

$$q = \frac{1}{2z_p} (h_1^2 - lx_p - y_p \sqrt{4r^2 - l^2}), \text{ 根据 } R^2 = r^2 + q^2 \text{ 得到膀胱球体半径 } R.$$

9. 根据权利要求5至8任一项所述的膀胱测容仪器,其特征在于,还包括:显示模块;

所述显示模块用于显示所述膀胱的容积值。

10. 根据权利要求5至8任一项所述的膀胱测容仪器, 其特征在于, 所述超声换能器的工作频率为1M-10M赫兹。

一种膀胱测容方法及仪器

技术领域

[0001] 本发明属于超声换能技术领域,更具体地,涉及一种膀胱测容方法及仪器。

背景技术

[0002] 膀胱位于人体骨盆内,是一个由平滑肌构成的用来储存尿液的腔体状结构。膀胱壁具有很强的伸缩性,便于储存更多的尿液,正常成年人的尿液储量是300-500ml。膀胱与尿道口的交界处有括约肌,控制尿液的排出。其中膀胱容量是指膀胱充盈状态时的尿量,残余尿量是指膀胱未充盈状态时的尿量。人体排尿是一个复杂的过程,排尿反射的感受器是膀胱壁的牵张感受器。当膀胱中尿液充盈到一定程度,牵张感受器兴奋,兴奋沿着神经传入到骨髓排尿反射初级中枢;同时也上传入脑干和大脑皮层排尿反射的高级中枢,产生排尿欲。若条件允许,冲动沿神经传出,引起逼尿肌收缩,括约肌松弛,于是尿液被膀胱内压驱出,这就是排尿的整个过程。

[0003] 正常情况下,排尿过程需全身多个系统,组织器官相互之间协调工作,才能完成排尿,排尿看似简单的动作,确是一套很复杂的过程,通俗的说可以把排尿过程看作是一个信息收集、信息分析、指令执行的过程,膀胱中尿液增加,膀胱壁压力增大,通过神经系统把压力信号传递到中枢神经,在中枢神经经过信息分析之后做出应对指令,通过神经系统传出,指令到达各个相关肌肉组织、开始执行。因此影响正常排尿的因素有很多,不仅受精神因素的影响,还受神经系统、肌肉组织的影响。例如,当神经功能障碍或者膀胱括约肌损伤,这样会导致膀胱在充盈时无法感知,或者无法操纵膀胱进行正常的排尿,通俗的说就是丧失了排尿的自控能力,称为尿失禁。

[0004] 因此,对膀胱中尿液的容量的有效测量是当务之急。超声测容技术是目前国际上智能健康监测机构普遍使用的技术之一,目前国内的超声测量膀胱容量技术已经有了很大的进展。2000年,研究学者提出通过中线纵向扫描,找到膀胱的横向、纵向和深度的最大值,得到膀胱的容积,方法虽然简单,但是精确度很差。2008年,开发出了使用3D超声探头测量膀胱容积,3D超声探头精确度较高,相比于2D探头,3D超声探头造价更高,并且仪器体积较大,不适用于需要实时测量的情况。这些方法有很明显的缺陷,就是扫描的位置会影响测量的结果。2016年,四川大学教授提出了一种新型的算法,将整个膀胱分成12次进行扫描,每次扫描必须扫描整个膀胱,得到12组不同位置的膀胱截面图像,然后通过算法合成整个膀胱的3D图像。此方法,测量结果精确,但是,需要较大的存储器存储数据,直接导致仪器体积较大,无法做到便捷测量。

[0005] 综上,现有超声测量膀胱容量技术精确度差,或需要3D图像扫描整个膀胱,3D超声探头造价更高,并且仪器体积较大,不适用于需要实时测量的情况。

发明内容

[0006] 针对现有技术的缺陷,本发明的目的在于解决现有超声测量膀胱容量技术精确度差,或需要3D图像扫描整个膀胱,3D超声探头造价更高,并且仪器体积较大,不适用于需要

实时测量情况的技术问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供一种膀胱测容方法,包括:

[0008] S1,向膀胱的多个方向发射超声波信号;

[0009] S2,接收每个方向上的超声波信号经过该方向两侧膀胱壁反射的两次反射信号;

[0010] S3,根据每个方向上的两次反射信号的时间差确定该方向上膀胱的深度;

[0011] S4,根据多个方向上膀胱的深度确定膀胱的容积。

[0012] 可选地,所述步骤S3包括:第*i*个方向上两次反射信号从被发射到接收所经历的时间分别为 Δt_{1i} 和 Δt_{2i} ,该方向上两次反射信号的时间差 Δt_i 为: $\Delta t_i = |\Delta t_{1i} - \Delta t_{2i}|$;

超声波在膀胱液体中的传播速度为*S*,则该方向上膀胱的深度 h_i 为: $h_i = S \times \frac{1}{2} \Delta t_i, i \geq 1$ 。

[0013] 可选地,所述步骤S4包括:将所述膀胱看作球体,设当从膀胱壁上点*P*向膀胱的三个方向发射超声波信号时,三个方向中各方向与膀胱壁的另一个交点分别为*A*、*B*以及*C*;根据步骤S3确定三个方向上膀胱的深度分别为 h_1 、 h_2 及 h_3 ,即 $PA = h_1$ 、 $PB = h_2$ 及 $PC = h_3$,这三个方向*PA*、*PB*及*PC*相互之间的夹角分别为 α 、 β 及 γ ,根据*PA*、*PB*、*PC*、 α 、 β 及 γ 确定膀胱球体的半径*R*,则膀胱容积 $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ 。

[0014] 可选地,根据*PA*、*PB*、*PC*、 α 、 β 及 γ 确定膀胱球体的半径*R*,包括:确定*AB*、*BC*以及*AC*的长度:设 $AB = l$, $BC = m$, $AC = n$,根据余弦定理,可得 $l^2 = h_1^2 + h_2^2 - 2h_1h_2\cos\alpha$, $m^2 = h_2^2 + h_3^2 - 2h_2h_3\cos\beta$, $n^2 = h_3^2 + h_1^2 - 2h_3h_1\cos\gamma$;在底面三角形*ABC*中,两条垂直平分线的交点就是外接圆圆心 O_1 ,过 O_1 作 $O_1D \perp AB$,且交*AB*于*D*,膀胱相当于四面体*PABC*的外接球,那么外接球的球心*O*到四个点*P*、*A*、*B*及*C*的距离相等,过点 O_1 作一条直线*a*,那么点*O*在直线*a*上,并且 $OA = OB = OC$;为四面体*PABC*建立空间坐标系,设*A*坐标为 $(0, 0, 0)$,*B*坐标为 $(1, 0, 0)$,设 $\angle BAC = \theta$,则*C*点坐标为 $(n\cos\theta, n\sin\theta, 0)$,设*P*点坐标为 (x_p, y_p, z_p) ,根据方程:

$$[0015] \quad \begin{cases} x_p^2 + y_p^2 + z_p^2 = h_1^2 \\ (x_p - l)^2 + y_p^2 + z_p^2 = h_2^2 \\ (x_p - n\cos\theta)^2 + (y_p - n\sin\theta)^2 + z_p^2 = h_3^2 \end{cases}$$

[0016] 解得*P*点坐标 (x_p, y_p, z_p) ;设三角形*ABC*外接圆半径为*r*, $r = \frac{m}{2\sin\theta}$,外接圆圆心 O_1 坐

标为 $(\frac{l}{2}, \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}, 0)$,设球心*O*坐标为 $(\frac{l}{2}, \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}, q)$;根据 $OP = OA = OB = OC = R$,由 $OP^2 = R^2$ 可得:

[0017] $q = \frac{1}{2z_p} (h_1^2 - lx_p - y_p \sqrt{4r^2 - l^2})$,根据 $R^2 = r^2 + q^2$ 得到膀胱球体半径*R*。

[0018] 第二方面,本发明提供一种膀胱测容仪器,包括:超声换能器、发射电路以及接收电路;

[0019] 所述发射电路用于向超声换能器发射激励信号;

[0020] 所述超声换能器用于在所述激励信号的作用下振动产生超声波,并将所述超声波向膀胱的多个方向发射,以及接收每个方向上的超声波信号经过该方向两侧膀胱壁反射的两次反射信号,将反射信号转化为电信号,并将反射信号对应的电信号发送给接收电路;

[0021] 所述接收电路用于根据每个方向上的两次反射信号的时间差确定该方向上膀胱的深度,并根据多个方向上膀胱的深度确定膀胱的容积。

[0022] 其中,接收电路中可集成数字处理电路或者处理模块以用于数据处理,求出膀胱容积信息。

[0023] 可选地,所述接收电路通过以下步骤确定各个方向膀胱的深度:第*i*个方向上两次反射信号从被发射到接收所经历的时间分别为 Δt_{1i} 和 Δt_{2i} ,该方向上两次反射信号的时间差 Δt_i 为: $\Delta t_i = |\Delta t_{1i} - \Delta t_{2i}|$;超声波在膀胱液体中的传播速度为*S*,则该方向上膀胱的深度 h_i 为: $h_i = S \times \frac{1}{2} \Delta t_i, i \geq 1$ 。

[0024] 可选地,所述接收电路通过以下步骤确定膀胱的容积:将所述膀胱看作球体,设当从膀胱壁上点*P*向膀胱的三个方向发射超声波信号时,三个方向中各方向与膀胱壁的另一交点分别为*A*、*B*以及*C*;确定三个方向上膀胱的深度分别为 h_1 、 h_2 及 h_3 ,即 $PA = h_1$ 、 $PB = h_2$ 及 $PC = h_3$,这三个方向*PA*、*PB*及*PC*相互之间的夹角分别为 α 、 β 及 γ ,根据*PA*、*PB*、*PC*、 α 、 β 及 γ 确定膀胱球体的半径*R*,则膀胱容积 $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ 。

[0025] 可选地,所述接收电路根据*PA*、*PB*、*PC*、 α 、 β 及 γ 确定膀胱球体的半径*R*,包括:

[0026] 确定*AB*、*BC*以及*AC*的长度:设 $AB = l$, $BC = m$, $AC = n$,根据余弦定理,可得 $l^2 = h_1^2 + h_2^2 - 2h_1h_2\cos\alpha$, $m^2 = h_2^2 + h_3^2 - 2h_2h_3\cos\beta$, $n^2 = h_3^2 + h_1^2 - 2h_3h_1\cos\gamma$;在底面三角形*ABC*中,两条垂直平分线的交点就是外接圆圆心 O_1 ,过 O_1 作 $O_1D \perp AB$,且交*AB*于*D*,膀胱相当于四面体*PABC*的外接球,那么外接球的球心*O*到四个点*P*、*A*、*B*及*C*的距离相等,过点 O_1 作一条直线*a*,那么点*O*在直线*a*上,并且 $OA = OB = OC$;

[0027] 为四面体*PABC*建立空间坐标系,设*A*坐标为(0,0,0),*B*坐标为

[0028] (1,0,0),设 $\angle BAC = \theta$,则*C*点坐标为($n\cos\theta$, $n\sin\theta$, 0),设*P*点坐标为(x_p , y_p , z_p),根据方程:

$$[0029] \quad \begin{cases} x_p^2 + y_p^2 + z_p^2 = h_1^2 \\ (x_p - l)^2 + y_p^2 + z_p^2 = h_2^2 \\ (x_p - n\cos\theta)^2 + (y_p - n\sin\theta)^2 + z_p^2 = h_3^2 \end{cases}$$

[0030] 解得*P*点坐标(x_p , y_p , z_p);设三角形*ABC*外接圆半径为*r*, $r = \frac{m}{2\sin\theta}$,外接圆圆心 O_1 坐

标为($\frac{l}{2}$, $\sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}$, 0),设球心*O*坐标为($\frac{l}{2}$, $\sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}$, *q*);根据 $OP = OA = OB = OC = R$,由 $OP^2 = R^2$ 可得: $q = \frac{1}{2z_p} (h_1^2 - lx_p - y_p\sqrt{4r^2 - l^2})$,根据 $R^2 = r^2 + q^2$ 得到膀胱球体半径*R*。

[0031] 可选地,该膀胱测容仪器还包括:显示模块;所述显示模块用于显示所述膀胱的容积值。

[0032] 可选地,超声换能器的工作频率为1M-10M赫兹。

[0033] 可选地,超声换能器的作用距离大于10cm。

[0034] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,具有以下有益效果:

[0035] (1) 相比于现有的膀胱测容仪器,本发明测量超声波在膀胱中传播的时间,不需要超声成像,简化了测量装置,提高了装置的运行效率。在测量膀胱容积的应用中,得到结果更迅速。

[0036] (2) 相比于现有的膀胱测容仪器,本发明提供的膀胱测容仪器体积小重量轻,便于携带。便携式膀胱测容装置的超声发射电路、超声接收电路和数字处理电路可以集成在一块电路板上,仪器体积更小,操作更加方便,不再需要专门的仪器室进行检查,操作简单方便,不需要专业的护理人员协助。

[0037] (3) 相比于现有的膀胱测容仪器,本发明的测量算法更加简单,结果准确,运算速度快,不需要大容量存储器,适用于普通的临床检查,并且可以实现网络化、电子化,有助于实现信息共享。

附图说明

[0038] 图1为本发明提供的膀胱测容方法流程示意图;

[0039] 图2为本发明提供的膀胱测容仪器结构示意图;

[0040] 图3为本发明提供的计算膀胱容积算法示意图。

具体实施方式

[0041] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0042] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种便携式膀胱测容仪器。其目的在于使操作更简便、精确度更高、携带更方便,算法更简单,由此解决传统膀胱测容操作复杂的问题。

[0043] 图1为本发明提供的膀胱测容方法流程示意图,包括步骤S1-步骤S4。

[0044] S1,向膀胱的多个方向发射超声波信号;

[0045] S2,接收每个方向上的超声波信号经过该方向两侧膀胱壁反射的两次反射信号;

[0046] S3,根据每个方向上的两次反射信号的时间差确定该方向上膀胱的深度;

[0047] S4,根据多个方向上膀胱的深度确定膀胱的容积。

[0048] 具体地,计算膀胱容积的方法可参照下面仪器实施例中的介绍,在此不做赘述。

[0049] 图2为本发明提供的膀胱测容仪器结构示意图,如图2所示,包括:超声换能器、发射电路、接收电路以及显示模块。

[0050] 发射电路用于向超声换能器发射激励信号。

[0051] 超声换能器用于在所述激励信号的作用下振动产生超声波,并将所述超声波向膀胱的多个方向发射,以及接收每个方向上的超声波信号经过该方向两侧膀胱壁反射的两次反射信号,将反射信号转化为电信号,并将反射信号对应的电信号发送给接收电路。

[0052] 接收电路用于根据每个方向上的两次反射信号的时间差确定该方向上膀胱的深度,并根据多个方向上膀胱的深度确定膀胱的容积。

[0053] 显示模块用于显示膀胱的容积值。

[0054] 其中,接收电路中可集成数字处理电路或者处理模块以用于数据处理,求出膀胱

容积信息。先从发射电路得到一个激励信号,这个激励信号作用在超声换能器上,超声换能器振动产生超声波;反射回来的超声波又反过来作用超声换能器,超声换能器将声信号转化为电信号,然后接收电路再将电信号处理。超声换能器可以将电信号转化声信号发射出去,也可以逆过程,将声信号转化为电信号。

[0055] 本发明提供的膀胱测容仪器,通过发射和接收电路导入可以使超声换能器工作的方波信号,超声换能器共振产生超声波,超声波穿过膀胱同时会受到两层膀胱的阻碍作用,并且会被两层膀胱壁反射,得到两次回波(反射)信号。

[0056] 可选地,接收电路通过以下步骤确定各个方向膀胱的深度:第*i*个方向上两次反射信号从被发射到接收所经历的时间分别为 Δt_{1i} 和 Δt_{2i} ,该方向上两次反射信号的时间差 Δt_i 为: $\Delta t_i = |\Delta t_{1i} - \Delta t_{2i}|$;超声波在膀胱液体中的传播速度为*S*,则该方向上膀胱的深度 h_i 为: $h_i = S \times \frac{1}{2} \Delta t_i, i \geq 1$ 。

[0057] 优选地,超声换能器的工作频率为1M赫兹-10M赫兹。

[0058] 优选地,超声换能器的作用距离大于10cm。

[0059] 由于利用单个方向上的膀胱深度计算膀胱容积,结果会受到各种意外因素的影响,所以本发明采用同一位置测量3个不同方向上膀胱深度的方法,可以减小意外因素对结果的影响,同时可以提高膀胱容积的准确度。

[0060] 利用同一位置处3个不同方向上膀胱的深度和3个不同方向之间的夹角,根据发明内容中提到的具体算法求出膀胱的容积。本发明采用同一位置测量3个不同方向上膀胱的深度,具体可以解释为:将膀胱假设为一个充满液体的球体,在膀胱壁上的某一点*P*处,探测到三个不同方向上膀胱的深度,分别为 h_1, h_2, h_3 ,如图3所示。假设三个方向中各方向与膀胱壁4的另一个交点分别为*A*、*B*、*C*,那么 $PA = h_1, PB = h_2, PC = h_3$ 。那么*P*、*A*、*B*与*C*四个点全部在球面上,分别连接*AB*、*BC*与*AC*,并且构成了一个四面体,如图3所示。

[0061] 在本发明采用的方法中,三个不同的方向不可以共面,假设*PA*、*PB*与*PC*相互之间的夹角分别为 α 、 β 及 γ 。假设 $AB = l, BC = m, AC = n$,根据余弦定理,可得:

$$[0062] \quad l^2 = h_1^2 + h_2^2 - 2h_1h_2\cos\alpha;$$

$$[0063] \quad m^2 = h_2^2 + h_3^2 - 2h_2h_3\cos\beta;$$

$$[0064] \quad n^2 = h_3^2 + h_1^2 - 2h_3h_1\cos\gamma。$$

[0065] 由仪器的操作可以事先确定三个夹角的具体数值,那么根据三个夹角可以得到*l*、*m*和*n*的具体长度。

[0066] 如图3所示,在底面三角形*ABC*中,两条垂直平分线的交点就是外接圆圆心,过外接圆的圆心 O_1 作 $O_1D \perp AB$,且交*AB*于*D*。膀胱相当于四面体*PABC*的外接球,那么外接球的球心到四个点的距离肯定相等,过点 O_1 作一条直线*a*57,那么膀胱球体的球心*O*一定在直线*a*上,并且 $OA = OB = OC$ 。

[0067] 具体地,为四面体*PABC*建立空间坐标系,假设 $A(0, 0, 0), B(1, 0, 0)$,设 $\angle BAC = \theta$,根据余弦定理 $\cos\theta = \frac{l^2 + n^2 - m^2}{2ln}$,则*C*点坐标为 $(n \cos\theta, n \sin\theta, 0)$ 。已知*A*、*B*、*C*三点坐标,*P*点坐标未知,设为 (x_p, y_p, z_p) ,根据方程:

$$[0068] \quad \begin{cases} PA^2 = h1^2 \\ PB^2 = h2^2 \\ PC^2 = h3^2 \end{cases}$$

[0069] 即

$$[0070] \quad \begin{cases} x_p^2 + y_p^2 + z^2 = h1^2 \\ (x_p - l)^2 + y_p^2 + z_p^2 = h2^2 \\ (x_p - n \cos \theta)^2 + (y_p - n \sin \theta)^2 + x_p^2 = h3^2 \end{cases}$$

[0071] 解得P点坐标 (x_p, y_p, z_p) , 那么此时P点坐标已被求出, 变为了已知量。

[0072] 接下来的任务是将外接球球心O求出, 因为点O₁与点O的x坐标与y坐标相同, 所以要首先求出底面 $\triangle ABC$ 的外接圆圆心的坐标。假设 $\triangle ABC$ 外接圆半径r, 外接圆圆心O₁的x坐标数值x₀₁为线段AB大小的一半AD, 即 $x_{01} = \frac{l}{2}$; 外接圆圆心O₁的y坐标数值y₀₁满足关系式 $AD^2 + y_{01}^2 = r^2$, 可以得到 $y_{01} = \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}$; 对于底面 $\triangle ABC$, 根据正弦定理, 可知 $\frac{m}{\sin \theta} = 2r$, 可以求得

$$r = \frac{m}{2 \sin \theta} \quad (m \text{ 和 } \angle \theta \text{ 的大小上面已经求出})。 \text{ 那么外接圆圆心O}_1 \text{ 坐标为 } (\frac{l}{2}, \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}, 0)。$$

[0073] 由于点O与点O₁处于同一条直线a上, 并且直线a \perp 面 $\triangle ABC$, 所以可设球心为O

$$(\frac{l}{2}, \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}, q)。$$

[0074] 假设外接球半径为R, 即 $OP = OA = OB = OC = R$ 。由 $OP^2 = R^2$ 可得

$$[0075] \quad \left(x_p - \frac{l}{2}\right)^2 + \left(y_p - \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}\right)^2 + (z_p - q)^2 = r^2 + q^2$$

$$[0076] \quad \text{解得: } q = \frac{1}{2z_p} (h1^2 - lx_p - y_p \sqrt{4r^2 - l^2})。$$

[0077] 从而求得球心O的坐标 $(\frac{l}{2}, \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}, q)$; 然后根据 $R^2 = r^2 + q^2$ 得到球体半径, 膀胱容积 $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ 。

[0078] 以上, 仅为本申请较佳的具体实施方式, 但本申请的保护范围并不局限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内, 可轻易想到的变化或替换, 都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此, 本申请的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

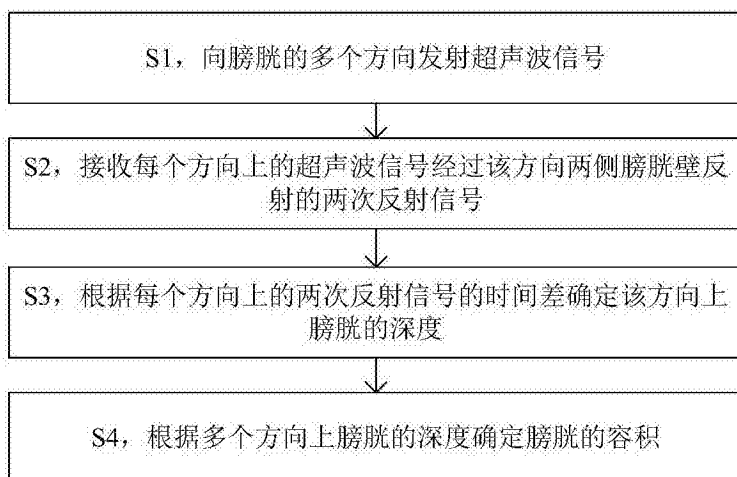


图1

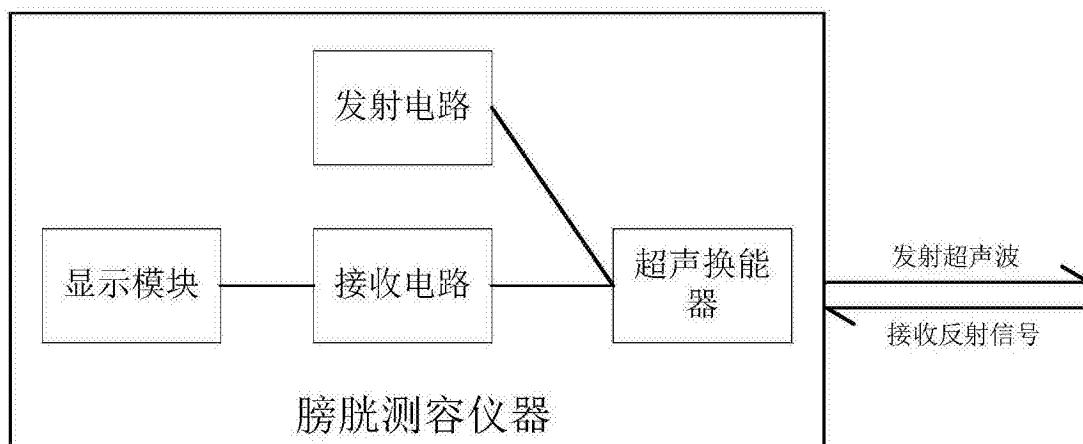


图2

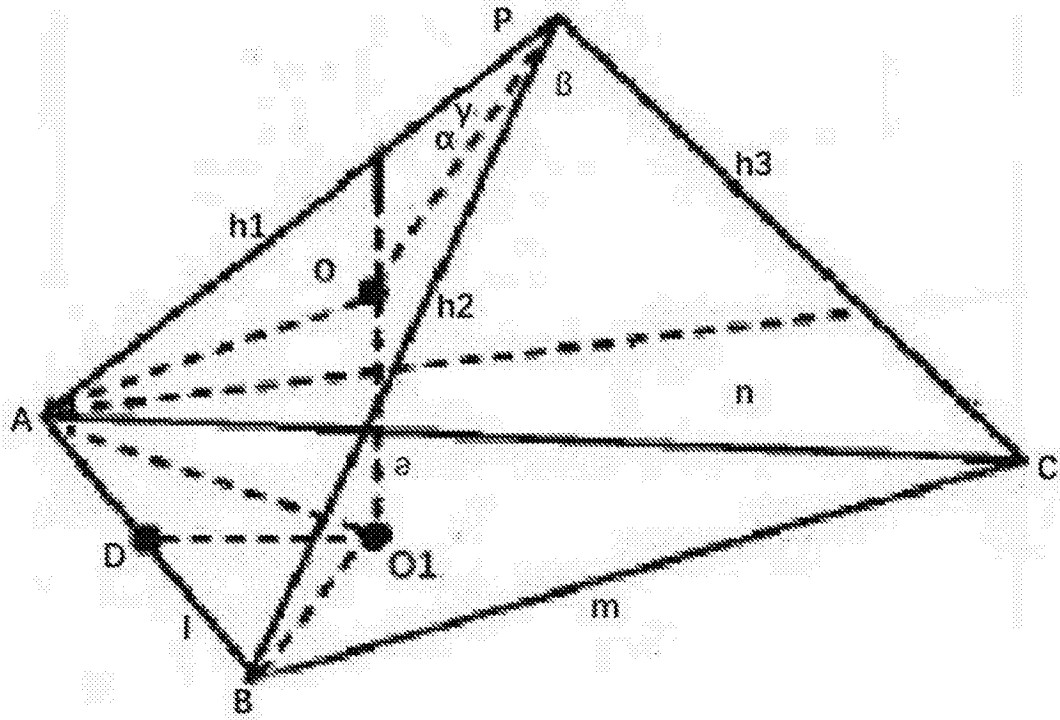


图3

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 一种膀胱测容方法及仪器 | | |
| 公开(公告)号 | CN107802290A | 公开(公告)日 | 2018-03-16 |
| 申请号 | CN201711155019.3 | 申请日 | 2017-11-20 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 华中科技大学 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 华中科技大学 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 华中科技大学 | | |
| [标]发明人 | 朱本鹏 申明柯 杨晓非 张桃 | | |
| 发明人 | 朱本鹏 申明柯 杨晓非 张桃 | | |
| IPC分类号 | A61B8/00 | | |
| CPC分类号 | A61B8/00 A61B8/44 A61B8/5207 | | |
| 代理人(译) | 李智 | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

本发明公开一种膀胱测容方法及仪器，包括：S1，向膀胱的多个方向发射超声波信号；S2，接收每个方向上的超声波信号经过该方向两侧膀胱壁反射的两次反射信号；S3，根据每个方向上的两次反射信号的时间差确定该方向上膀胱的深度；S4，根据多个方向上膀胱的深度确定膀胱的容积。本发明测量超声波在膀胱中传播的时间，不需要超声成像，简化了测量装置，提高了装置的运行效率。在临床应用中，得到结果更迅速，提高了测量膀胱容积的效率。

